

CHỦ ĐỀ 3. CON LẮC ĐƠN

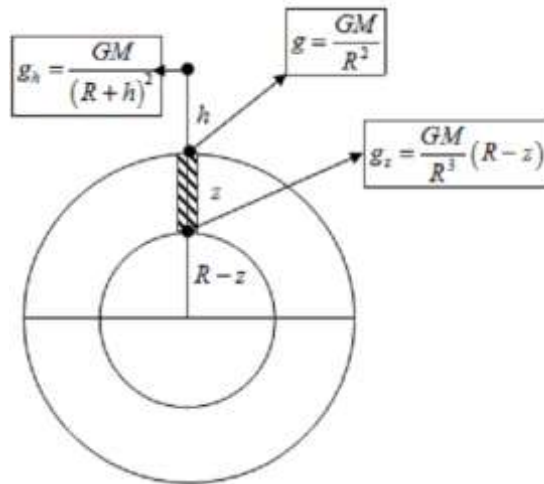
BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN THAY ĐỔI CHU KÌ

Phương pháp giải

1) CHU KÌ THAY ĐỔI LỚN

+ Con lắc đưa lên cao:

$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l'}{g_h}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{g}{g_h}} = \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{\frac{GM}{R^2}}{\frac{GM}{(R+h)^2}}} = \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \left(1 + \frac{h}{R}\right)$$



+ Con lắc đưa xuống sâu:

$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l'}{g_z}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{g}{g_z}} = \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{\frac{GM}{R^2}}{\frac{GM(R-z)}{R^3}}} = \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{R}{R-z}}$$

+ Con lắc đưa lên Thiên Thể:

$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l'}{g'}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{\frac{GM}{R^2}}{\frac{GM'}{R'^2}}} = \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{M}{M'}} \cdot \frac{R'}{R}$$

+ Con lắc đơn di chuyển trên Trái Đất:
$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l'}{g'}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{g}{g'}}$$

Ví dụ 1: Người ta đưa một con lắc lên tới độ cao $h = 0,1R$ (R là bán kính của Trái Đất). Để chu kì không đổi phải thay đổi chiều dài của con lắc như thế nào

- A.** Giảm 17%. **B.** Tăng 21%. **C.** Giảm 21%. **D.** Tăng 17%.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$1 = \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l'}{l} \left(1 + \frac{h}{R}\right)} \Leftrightarrow \frac{l'}{l} = 0,83 = 1 - 0,17 = 100\% - 17\%$$

Ví dụ 2: Một con lắc đơn khi dao động trên mặt đất, chu kì dao động 2,4 s. Đem con lắc lên Mặt Trăng mà không thay đổi chiều dài thì chu kỳ dao động của nó là bao nhiêu? Biết rằng khối lượng Trái Đất gấp 81 lần khối lượng Mặt Trăng, bán kính Trái Đất bằng 3,7 lần bán kính Mặt Trăng.

- A.** 5,8 s. **B.** 4,8 s. **C.** 3,8 s. **D.** 2,8 s.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{GM}{R^2}} = \sqrt{\frac{M}{M'}} \cdot \frac{R'}{R} = 9 \cdot \frac{1}{3,7} \Leftrightarrow T' = 5,8(s)$$

Ví dụ 3: Một con lắc đơn khi dao động trên mặt đất tại nơi có gia tốc trọng trường $9,819 \text{ m/s}^2$ chu kì dao động 2 (s). Đưa con lắc đơn đến nơi khác có gia tốc trọng trường $9,793 \text{ m/s}^2$ muốn chu kì không đổi phải thay đổi chiều dài của con lắc như thế nào?

- A.** Giảm 0,3%. **B.** Tăng 0,5%. **C.** Tăng 0,5%. **D.** Tăng 0,3%.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{l'}{g'}}}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{l'}{l} \cdot \frac{g}{g'}} \Leftrightarrow \frac{l'}{l} = \frac{g'}{g} = \frac{9,793}{9,819} = 0,997 = 100\% - 0,3\%$$

2) CHU KÌ THAY ĐỔI NHỎ

Công thức gần đúng: $(1+u)^a = 1+au$ với $u \ll 1$

$$\sqrt{\frac{1+\Delta l}{l}} = \left(1 + \frac{\Delta l}{l}\right)^{\frac{1}{2}} = 1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l}$$

$$\sqrt{\frac{g}{g+\Delta g}} = \left(1 + \frac{\Delta g}{g}\right)^{\frac{1}{2}} = 1 - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g}$$

$$\sqrt{\frac{1+at^0}{1+at^0}} = \left(1+at^0\right)^{\frac{1}{2}} \left(1+at^0\right)^{-\frac{1}{2}} = \left(1 + \frac{1}{2}at^0\right) \left(1 - \frac{1}{2}at^0\right) = 1 + \frac{1}{2}a(t^0 - t^0)$$

$$\sqrt{\frac{R}{R-z}} = \left(1 - \frac{z}{R}\right)^{-\frac{1}{2}} = 1 + \frac{1}{2} \frac{z}{R}$$

+ Chu kì thay đổi do thay đổi l và g :

$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi\sqrt{l'/g'}}{2\pi\sqrt{l/g}} = \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{l+\Delta l}{l}} \cdot \sqrt{\frac{g}{g+\Delta g}} = 1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g}$$

+ Chu kì thay đổi do chỉ nhiệt độ thay đổi:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{1+at'^0}{1+at^0}} = 1 + \frac{1}{2} a(t'^0 - t^0)$$

+ Chu kì thay đổi do cả nhiệt độ và vị trí địa lí thay đổi:

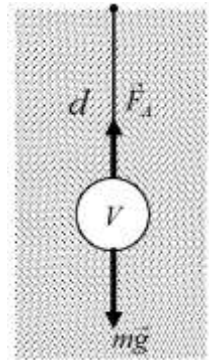
$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{1+at'^0}{1+at^0}} \cdot \sqrt{\frac{g}{g+\Delta g}} = 1 + \frac{1}{2} a(t'^0 - t^0) - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g}$$

+ Chu kì thay đổi do đưa lên độ cao h và nhiệt độ cũng thay đổi:

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{1+at'^0}{1+at^0}} \cdot \sqrt{\frac{GM/R^2}{GM/(R+h)^2}} = 1 + \frac{1}{2} a(t'^0 - t^0) + \frac{h}{R}$$

+ Chu kì thay đổi do lực Acimet.

Quả nặng có thể tích V khi đặt chìm trong chất lỏng hoặc chất khí có khối lượng riêng d luôn luôn chịu tác dụng của lực đẩy Acimet $F_A = dVg$ (giá trị nhỏ !!). Lực đó gây ra cho vật gia tốc \vec{a} , có hướng ngược với hướng của \vec{g} và có độ lớn $a = \frac{dVg}{m} = \frac{dVg}{DV} = \frac{dg}{D}$ (Với D là khối lượng riêng của chất làm quả nặng).



Lúc này vai trò của gia tốc trọng trường tác dụng lên vật được thay bằng

gia tốc trọng trường hiệu dụng \vec{g}' có hướng cùng hướng với \vec{g} và có độ lớn

$$g' = g - a = g - \frac{dg}{D}$$

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{g}{g'}} = \left(1 - \frac{d}{D}\right)^{-\frac{1}{2}} = 1 + \frac{1}{2} \frac{d}{D}$$

+ Nếu ngoại lực F gây ra một gia tốc nhỏ $a = \frac{F}{m}$ thì cũng được coi là một nguyên m

nhân dẫn đến sự thay đổi nhỏ của chu kỳ, và gọi chung là sự thay đổi chu kỳ nhỏ theo gia tốc

và có: $\left(\frac{\Delta T}{T}\right) = \frac{1}{2} \cdot \frac{\pm a}{g}$ (lấy dấu - khi ngoại lực cùng hướng với trọng lực và ngược lại thì dấu

+) .

“TỔNG HỢP” TẤT CẢ CÁC NGUYÊN NHÂN:

$$\frac{T'}{T} = 1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} + \frac{1}{2} a (t'^0 - t^0) + \frac{h}{R} + \frac{d}{2D} \quad \left(\begin{cases} \Delta l = l' - l \\ \Delta g = g' - g \end{cases} \right)$$

Ví dụ 1: Một con lắc đơn dao động nhỏ với chu kỳ 2,015 (s). Nếu tăng chiều dài 0,2% và giảm gia tốc trọng trường 0,2% thì chu kỳ dao động bằng bao nhiêu?

- A.** 2,016 (s). **B.** 2,019 (s). **C.** 2,020 (s). **D.** 2,018 (s).

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

$$\begin{aligned} \frac{T'}{T} &= \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{l+\Delta l}{l}} \cdot \sqrt{\frac{g}{g+\Delta g}} = 1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} \\ &= 1 + \frac{1}{2} \cdot 0,002 - \frac{1}{2} (-0,002) \Rightarrow T' = 2,019 (s) \end{aligned}$$

Ví dụ 2: Ở 23°C tại mặt đất, một con lắc dao động điều hoà với chu kỳ T. Khi đưa con lắc lên cao 960 m thì chu kỳ vẫn là T. Cho biết hệ số nở dài của thanh treo con lắc là $2 \cdot 10^{-5} (1/K^0)$, bán kính Trái Đất là 6400 km. Nhiệt độ ở độ cao này là bao nhiêu?

- A.** 6°C **B.** 0°C **C.** 8°C **D.** 4°C

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

$$\begin{aligned} \frac{T'}{T} &= \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{1+at'^0}{1+at^0}} \cdot \sqrt{\frac{GM/R^2}{GM/(R+h)^2}} = 1 + \frac{1}{2} a (t'^0 - t^0) + \frac{h}{R} = 1 \\ \Leftrightarrow t'^0 &= 8^\circ \end{aligned}$$

Ví dụ 3: Một con lắc đơn, quả cầu làm bằng chất có khối lượng riêng D, dao động điều hoà trong chân không. Nếu đưa ra không khí (không khí có khối lượng riêng $d = D/500$) thì chu kỳ dao động điều hoà tăng hay giảm bao nhiêu phần trăm? Bỏ qua mọi ma sát.

- A.** giảm 0,1%. **B.** tăng 0,1%. **C.** tăng 0,5%. **D.** giảm 0,5%.

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

$$\frac{T'}{T} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}}}{2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{g}{g - g \cdot \frac{d}{D}}} = 1 + \frac{d}{2D} \Rightarrow \frac{T' - T}{T} = \frac{d}{2D} = 0,001 = 0,1\%$$

Ví dụ 4: Một con lắc đơn với vật nặng có khối lượng riêng là D , dao động điều hòa trong nước với chu kì T . Biết khối lượng riêng của nước là $D_n = D/2$. Khi đưa ra ngoài không khí, chu kì dao động là

- A. T B. $0,5T$ C. $T\sqrt{2}$ D. $0,5T\sqrt{2}$

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

$$g_n = g - \frac{F_A}{m} = g - \frac{D_n V g}{VD} = 0,5g \Rightarrow \frac{T'}{T} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}}{2\pi \sqrt{\frac{l}{g_n}}} = \sqrt{2}$$

Ví dụ 5: Cho một con lắc đơn treo ở đầu một sợi dây mảnh dài bằng kim loại, vật nặng làm bằng chất có khối lượng riêng $D = 8 \text{ (g/cm}^3\text{)}$. Khi dao động nhỏ trong bình chân không đặt trên mặt đất thì chu kì dao động là T . Cho con lắc đơn dao động trong bình chứa một chất khí có khối lượng riêng $0,002 \text{ (g/cm}^3\text{)}$, đồng thời đưa bình lên độ cao h so với mặt đất. Ở trên đó nhiệt độ thấp hơn so với mặt đất là 20°C thì thấy chu kì dao động vẫn là T . Biết hệ số nở dài của dây treo là $2,32 \cdot 10^{-5} \text{ (K}^{-1}\text{)}$. Coi Trái Đất hình cầu, bán kính 6400 (km) . Xác định h .

- A. $9,6 \text{ km}$. B. $0,96 \text{ km}$. C. $0,48 \text{ km}$. D. $0,68 \text{ km}$.

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

$$\frac{T'}{T} = 1 + \frac{h}{R} + \frac{d}{2.D} \Leftrightarrow 1 = 1 + \frac{h}{6400} + \frac{0,002}{2.8} \Leftrightarrow h = 0,68 \text{ (km)}$$

Ví dụ 6: Một con lắc đơn tạo bởi một quả cầu kim loại khối lượng 10 (g) buộc vào một sợi dây mảnh cách điện, sợi dây có hệ số nở dài $2 \cdot 10^{-5} \text{ (K}^{-1}\text{)}$, dao động điều hòa tại nơi có gia tốc trọng trường $9,8 \text{ (m/s}^2\text{)}$, trong điện trường đều hướng thẳng đứng từ trên xuống có độ lớn 9800 (V/m) . Nếu tăng nhiệt độ 10°C và truyền điện tích q cho quả cầu thì chu kỳ dao động của con lắc không đổi. Điện lượng của quả cầu là

- A. 20 (nC) . B. 2 (nC) . C. -20 (nC) . D. -2 (nC) .

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

$$1 = \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{1+at''}{1+at^0}} \cdot \sqrt{\frac{g}{g+\Delta g}} = 1 + \frac{1}{2} a(t'' - t^0) - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g}$$

$$\Rightarrow \Delta g = g \cdot a(t'' - t^0) = 2 \cdot 9,8 \cdot 10^{-4} > 0$$

$$\text{Gia tốc tăng} \Leftrightarrow q > 0 \Rightarrow a = \frac{qE}{m} = \Delta g$$

$$\Rightarrow q = \frac{m \cdot \Delta g}{E} = \frac{10^{-2} \cdot 2 \cdot 9,8 \cdot 10^{-4}}{9,8 \cdot 10^3} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ (C)}$$

3) ĐỒNG HỒ QUẢ LẮC

Gọi T, T' lần lượt là chu kì của đồng hồ đúng và chu kì của đồng hồ sai. Giả sử hai đồng hồ bắt đầu hoạt động cùng một lúc và đến một thời điểm số chỉ của chúng lần lượt là t và t' . Theo nguyên tắc cấu tạo của đồng hồ quả lắc thì: $tT = t'T'$

+ Khi đồng hồ chạy sai chỉ t' (s) thì đồng hồ chạy đúng chỉ:

$$t = t' \cdot \frac{T'}{T} = t' \cdot \sqrt{\frac{l'}{l}} \cdot \sqrt{\frac{g}{g'}}$$

+ Khi đồng hồ chạy đúng chỉ t (s) thì đồng hồ chạy sai chỉ:

$$t' = t \cdot \frac{T}{T'} = t \cdot \sqrt{\frac{l}{l'}} \cdot \sqrt{\frac{g'}{g}}$$

Ví dụ 1: Hai đồng hồ quả lắc, đồng hồ chạy đúng có chu kì $T = 2$ s và đồng hồ chạy sai có chu kì $T' = 2,002$ s. Nếu đồng hồ chạy sai chỉ 24 h thì đồng hồ chạy đúng chỉ:

- A. 24 giờ 1 phút 26,4 giây.
- B. 24 giờ 2 phút 26,4 giây.
- C. 23 giờ 47 phút 19,4 giây.
- D. 23 giờ 44 phút 5 giây.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$t = t' \cdot \frac{T'}{T} = 24 \cdot \frac{2,002}{2} = 24^h 1' 26,4''$$

Ví dụ 2: Hai đồng hồ quả lắc, đồng hồ chạy đúng có chu kì $T = 2$ s và đồng hồ chạy sai có chu kì $T' = 2,002$ s. Nếu đồng hồ chạy đúng chỉ 24 h thì đồng hồ chạy sai chỉ:

- A. 23 giờ 48 phút 26,4 giây.
- B. 23 giờ 49 phút 26,4 giây.
- C. 23 giờ 47 phút 19,4 giây.
- D. 23 giờ 58 phút 33,7 giây.

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

$$t' = t \cdot \frac{T}{T'} = 24 \cdot \frac{2}{2,002} = 23^h 58' 33,7''$$

Ví dụ 3: Người ta đưa một đồng hồ quả lắc từ Trái Đất lên Mặt Trăng mà không điều chỉnh lại. Cho biết gia tốc rơi tự do trên Mặt Trăng bằng $1/6$ gia tốc rơi tự do trên Trái Đất. Theo đồng hồ này (trên Mặt Trăng) thì thời gian Trái Đất tự quay một vòng là

- A. $24\sqrt{6}$ h.
- B. 4 h.
- C. 144 h.
- D. $4\sqrt{6}$ h.

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

$$tT' = tT \Rightarrow t' = t \cdot \frac{T}{T'} = 24 \cdot \sqrt{\frac{g'}{g}} = 24 \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} = 4\sqrt{6} (h)$$

Chú ý:

1) Khi đồng hồ chạy đúng chỉ t đồng hồ đúng = t thì đồng hồ chạy sai chỉ thời gian:

$$t_{\text{đồng hồ sai}} = \frac{tT}{T'}. \text{ Độ chênh lệch}$$

$$\Delta t = t_{\text{đồng hồ đúng}} - t_{\text{đồng hồ sai}} = t - t \frac{T}{T'} = t \left(1 - \frac{T}{T'} \right)$$

Nếu $\Delta t > 0$: Đồng hồ sai chạy chậm.

$\Delta t < 0$: Đồng hồ sai chạy nhanh.

2) Khi đồng hồ chạy sai chỉ $t_{\text{đồng hồ sai}} = t'$ thì đồng hồ chạy đúng chỉ thời gian:

$$t_{\text{đồng hồ đúng}} = t' \cdot \frac{T'}{T}. \text{ Độ chênh lệch}$$

$$\Delta t = t_{\text{đồng hồ đúng}} - t_{\text{đồng hồ sai}} = t' \cdot \frac{T'}{T} - t' = t' \left(\frac{T'}{T} - 1 \right)$$

Nếu $\Delta t > 0$: Đồng hồ sai chạy chậm.

$\Delta t < 0$: Đồng hồ sai chạy nhanh.

Ví dụ 4: Một đồng hồ quả lắc được điều khiển bởi con lắc đơn chạy đúng giờ khi chiều dài thanh treo 43,29 m. Nếu chiều dài thanh treo là 43,11 thì sau 1200 phút (theo đồng hồ chuẩn) nó chạy nhanh hay chậm bao nhiêu?

A. chậm 2,5026 phút.

B. nhanh 2,5026 phút.

C. chậm 2,4974 phút.

D. nhanh 2,4974 phút.

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

$$\Delta t = t \left(1 - \frac{T}{T'} \right) = t \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{l}{l'}} \right) = 1200 \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{43,29}{43,11}} \right) = -2,5026 (\text{min}) < 0$$

Ví dụ 5: Một đồng hồ quả lắc được điều khiển bởi con lắc đơn chạy đúng giờ khi chiều dài thanh treo 43,29 m. Nếu chiều dài thanh treo là 43,11; số chỉ của nó tăng 1200 phút thì so với đồng hồ chuẩn nó chạy nhanh hay chậm bao nhiêu?

A. chậm 2,5026 phút.

B. nhanh 2,5026 phút.

C. chậm 2,4974 phút.

D. nhanh 2,4974 phút.

Hướng dẫn: Chọn đáp án

$$\Delta t = t' \left(\frac{T'}{T} - 1 \right) = t' \cdot \left(\sqrt{\frac{l'}{l}} - 1 \right) = 1200 \cdot \left(\sqrt{\frac{43,11}{43,29}} - 1 \right) = -2,4974 (\text{min}) < 0$$

Ví dụ 6: Một đồng hồ quả lắc chạy đúng khi ở độ cao 9,6 km so với Mặt Đất. Nếu đưa xuống giếng sâu 640 m thì trong khoảng thời gian Mặt Trăng quay 1 vòng (655,68h), nó chạy nhanh hay chậm bao nhiêu? Xem chiều dài không đổi. Biết bán kính Trái Đất là $R = 6400$ km.

A. chậm 61 phút.

B. nhanh 61 phút.

C. chậm 57 phút.

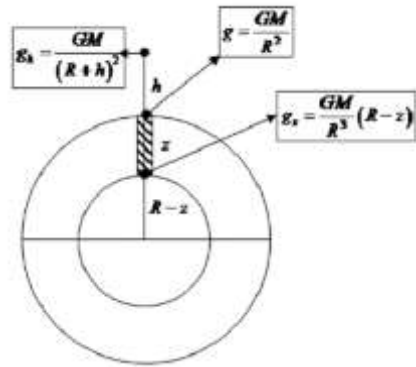
D. nhanh 57 phút.

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

$$\frac{T}{T'} = \sqrt{\frac{g'}{g}} = \sqrt{\frac{\frac{GM}{R^3}(R-z)}{\frac{GM}{(R+h)^2}}} = \sqrt{\frac{(R-z)(R+h)^2}{R^3}}$$

Khi đồng hồ chạy đúng chỉ $t_{\text{đúng}} = t = 655,68h$

thì đồng hồ chạy sai chỉ:



$$t_{\text{sai}} = t \cdot \frac{T_{\text{đúng}}}{T_{\text{sai}}} = t \cdot \frac{T}{T'} = 655,68 \cdot \sqrt{\frac{(6400-0,64)(6400+9,6)^2}{6400^3}} = 656,63h$$

Đồng hồ sai chạy nhanh hơn đồng hồ chạy đúng:

$$656,63h - 655,68h = 0,95h = 57$$

Ví dụ 7: Một đồng hồ quả lắc coi như một con lắc đơn với dây treo và vật nặng có khối lượng riêng là $8,5 \cdot 10^3 \text{ g/cm}^3$. Giả sử đồng hồ chạy đúng trong chân không với chu kì 2 s thì trong khí quyển đồng hồ chạy nhanh hay chậm bao nhiêu sau khi số chỉ của nó tăng thêm 24^h ? Biết khối lượng riêng của không khí trong khí quyển là $1,25 \text{ g/cm}^3$.

- A. nhanh 3,2 s B. chậm 3,2 s C. chậm 6,35 s. D. nhanh 6,35 s.

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

$$\Delta t = t - t' = t' \cdot \left(\frac{T'}{T} - 1 \right) = t' \cdot \frac{r}{2.D} = 86400 \cdot \frac{1,25}{2,8,5 \cdot 10^3} = 6,35(s) > 0$$

Chú ý: Có thể vận dụng công thức: $\frac{T'}{T} = 1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} + \frac{1}{2} a \Delta t^0 + \frac{h}{R} + \frac{r}{2.D}$

Ví dụ 8: Một đồng hồ quả lắc được điều khiển bởi con lắc đơn chạy đúng giờ. Nếu chiều dài giảm 0,02% và gia tốc trọng trường tăng 0,01% thì khi số chỉ của nó tăng thêm 1 tuần, so với đồng hồ chuẩn nó chạy nhanh hay chậm bao nhiêu?

- A. Chạy chậm 80,7 s. B. Chạy nhanh 80,7 s.
C. Chạy chậm 90,72 s. D. Chạy nhanh 90,72 s.

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

$$\Delta t = t' \cdot \left(\frac{T'}{T} - 1 \right) = t' \cdot \left(\frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} \right) = 7.86400 \cdot \left(\frac{1}{2} \frac{-0,02}{100} - \frac{1}{2} \frac{+0,01}{100} \right) = -90,72(s) < 0$$

Chú ý:

Khi đồng hồ đang chạy sai muốn cho nó chạy đúng thì phải thay đổi chiều dài sao cho:

$$\frac{T'}{T} = 1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} + \frac{1}{2} a \Delta t^0 + \frac{h}{R} + \frac{r}{2.D} = 1 \Rightarrow \begin{cases} \frac{\Delta l}{l} > 0 \Rightarrow \text{Taêng} \\ \frac{\Delta l}{l} < 0 \Rightarrow \text{Giảm} \end{cases}$$

Nếu cứ sau mỗi ngày đêm đồng hồ chạy nhanh b (s) thì cần phải tăng chiều dài sao cho:

$$\frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} + \left(-\frac{b(s)}{24.3600(s)} \right) = 0 \Rightarrow \frac{\Delta l}{l} = ???$$

Nếu cứ sau mỗi ngày đêm đồng hồ chạy chậm b (s) thì cần phải giảm chiều dài sao cho:

$$\frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} + \left(\frac{b(s)}{24.3600(s)} \right) = 0 \Rightarrow \frac{\Delta l}{l} = ???$$

Ví dụ 9: Một con lắc đơn có chiều dài 1 (m), tại một nơi có gia tốc trọng trường là $9,819 \text{ m/s}^2$. Dùng con lắc nói trên để điều khiển đồng hồ quả lắc, ở 0^0 đồng hồ chạy đúng giờ. Hệ số nở dài của dây treo $0,0000232 \text{ (K}^{-1}\text{)}$. Đưa về nơi có gia tốc rơi tự do là $9,793 \text{ m/s}^2$ và nhiệt độ 30^0C . Để đồng hồ chạy đúng thì phải tăng hay giảm chiều dài bao nhiêu?

- A.** Giảm 3,344 mm. **B.** Tăng 3,344 mm. **C.** Giảm 3,345 mm. **D.** Tăng 3,345 mm.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$\frac{T'}{T} = 1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} + \frac{1}{2} a \Delta t^0 = 1 \Leftrightarrow \Delta l = l \left(\frac{\Delta g}{g} - a \Delta t^0 \right)$$

$$\Rightarrow \Delta l = 1000 \cdot \left(\frac{9,793 - 9,819}{9,819} - 2,32 \cdot 10^{-5} \cdot 30 \right) = -3,344 \text{ (mm)} < 0$$

Ví dụ 10: Một đồng hồ quả lắc được xem như con lắc đơn mỗi ngày chạy nhanh 86,4 (s). Phải điều chỉnh chiều dài của dây treo như thế nào để đồng hồ chạy đúng?

- A.** Tăng 0,2%. **B.** Giảm 0,2%. **C.** Tăng 0,4 **D.** Giảm 0,4%.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$\frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} + \left(-\frac{6,485}{24.3600} \right) = 0 \Leftrightarrow \frac{\Delta l}{l} = +0,02\%$$